Revit 到 STAAD. Pro 的模型数据转换研究

严 旭[1] 范盛颖[1] 周 进[2]

(1. 中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司,成都 610021;
2. 长沙恩为软件有限公司,长沙 410010)

【摘 要】当前,结构专业多在计算软件中建模后再导入 BIM 软件,与采用 AutoCAD 设计的方式相比,设计效率反而降低。为实现结构 BIM 设计效率的提高,先在 BIM 软件中创建结构模型,然后转换到计算软件中,是结构设计与插件开发必须面对的问题。本文基于框排架结构的设计,以 Revit 到 STAAD. Pro 的数据转换为例,对 Revit 建模应注意的事项以及 Revit 数据写入*. std 文件时应注意的问题进行研究,提出了相应的处理方法,并对 Revit、STAAD. Pro 及 SSDD 提出了具体的完善建议。

【关键词】Revit; STAAD. Pro; SSDD; Revit 分析模型; 数据转换; 完善建议
【中图分类号】TU201. 5 【文献标识码】A 【文章编号】1674 - 7461(2017)03 - 0104 - 06
【DOI】10. 16670/j. cnki. cn11 - 5823/tu. 2017. 03. 18

1 前言

Autodesk 公司开发的 Revit 软件,能满足建筑、结构、机电专业的要求,成为了建筑业使用最广的 BIM 软件之一。在 Revit 中建立三维模型的同时可生成平、立、剖图纸,也可在各平、立、剖中建立三维模型,建模与成图可以同时进行,操作上没有本质的区别。按一定的规则建立 Revit 三维模型后,只需要很少的工作量,就可以分别形成图纸和 Revit 分析模型[1]。所以,实现 Revit 分析模型写入计算软件,是当前亟待解决的问题。

Bentley 公司的 STAAD. Pro 软件,是国际化的通用结构分析与设计软件之一。STAAD. Pro 的原始数据文件 *. std 是一个开放的文本文件,其中主要包括节点座标(每个节点的座标)、杆件指定(杆件编号及两端的节点号)、板单元指定(编号及周边节点号)、板单元属性、定义材料、杆件截面型号、杆件 Beta 角定义、构件的材料(钢或混凝土及强度)、支座指定、杆端释放的指定、各工况下的构件荷载、荷载组合等。此外,STAAD. Pro 还提供了一些固定的命令,例如截断振型、位移输出、钢材统计等等。

将 STAAD. Pro 的数据文件与 Revit 分析模型对比后发现,除了 STAAD. Pro 中的固定命令,其余内容均可在 Revit 分析模型中找到对应之处。条件基本具备,实现 Revit 到 STAAD. Pro 的数据转换是可行的。

以框排架结构的设计流程为例,人工建立 Revit 三维模型及相关图纸之后,需要指定 Revit 分析模型,然后输入恒、活、风、地震、吊车等荷载,设定约束、指定边界条件等,最后转换数据并写入 *. std。可以看出,这些都是计算软件前处理模块的功能,也正是与当前 BIM 和计算软件之间着重于几何模型转换[2-6]的重要区别。

本文基于框架结构,对 Revit 建模应注意的事项、Revit 数据写入 *. std 文件时应注意的问题进行研究,提出相应的处理方法,并对 Revit、STAAD. Pro、SSDD 提出了具体的完善建议。

2 座标系

在三维笛卡尔坐标系中,我们平时习惯以 Z 轴描述高度方向,包括 Revit 在内的绝大多数软件均如此。而 STAAD. Pro 和 SSDD 是一个例外,默认是以 Y 轴描述高度方向。在 STAAD. Pro 中虽然可以设定 Z 轴向上,但是相关的操作并没有能完全支持,

【作者简介】 严旭(1976 -),男,高级工程师,主要研究方向:结构设计及 BIM 技术的应用。

例如显示各视图的按钮始终是以 Y 轴向上,要调整为 Z 轴向上必须以人工旋转;输入荷载时默认是 Y 向;个别荷载在 Z 轴向上时能够正确输入但不能正确计算;SSDD 的检验不能正确支持 Z 轴向上等等。

故 Revit 写入 * . std 时,目前应将座标轴予以换算为 Y 轴向上。考虑到荷载输入与核对、柱脚荷载输出到基础计算程序的便利,建议 Bentley 公司完善 STAAD. Pro 和 SSDD 对 Z 轴向上的支持。

3 节点与网格

Revit 分析模型中,节点仅存在于构件的端点和面单元的角点处,不能独立地添加和删除。所以,Revit 构件相交处构件可以不打断,例如梁柱交接点、主次梁交接点、交叉支撑交接点,但此时在构件交叉点处不会有节点存在。查看 Revit 分析模型中的节点,需要在专门设定其可见性。

所以,生成 STAAD. PRO 节点与网格的数据时,应沿 Revit 分析模型中杆件全长形成网格,并在节点处将杆件分段。此时应注意,依附于构件的主体荷载,应随构件的分段而分段。

垂直交叉支撑在 STAAD. Pro 中有两种建模方式,交叉点处设节点或不设节点,其区别主要是计算长度不同,当交叉点处设节点时还可能有局部振型的存在。所以,交叉点处是否设节点,可由工程师在 Revit 建模时考虑;程序在转换数据时宜保持原样,没有必要打断构件并添加节点。垂直支撑的识别,应根据构件的族参数“结构用途”(图 1)。



图 1 垂直支撑的“结构用途”参数

4 梁、柱

在 Revit 中建立某框架测试模型,并启用分析模型(图 2)。

经测试发现,框架梁、柱的 Revit 分析模型有下列规律:

1)下柱的分析柱的定位默认为下柱的定位线(即中心线),例如 A/1 和 B/2 柱;

2)当上柱的截面未偏离出下柱顶面中心时,上柱的分析线通常会与下柱的对齐;

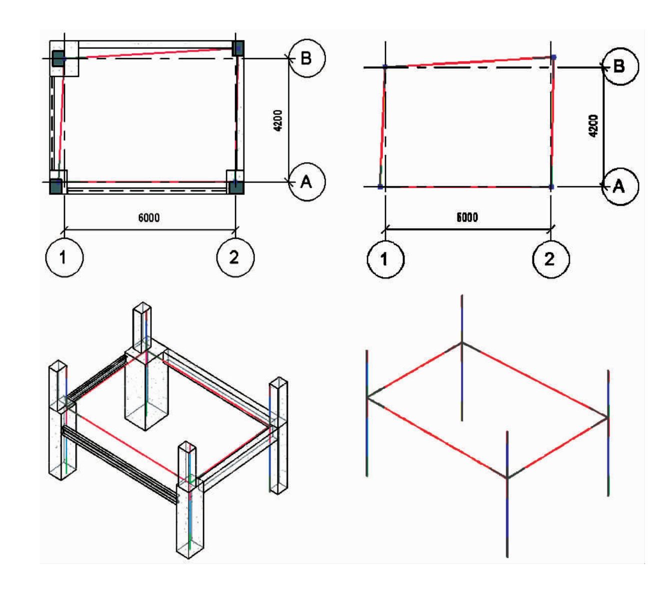


图 2 框架梁柱的 Revit 三维模型和 Revit 分析模型

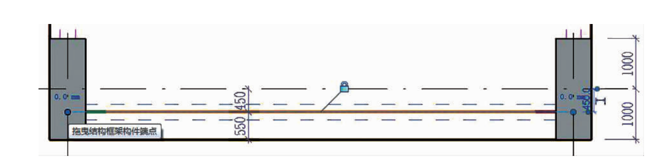


图 3.1 距离轴线 450mm 处绘制梁

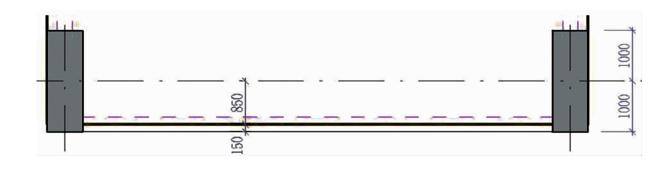


图 3.2 将梁对齐至柱边时

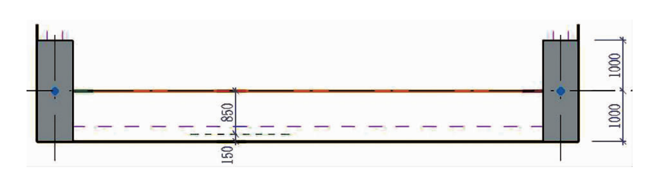


图 3.3 启用左右两柱的分析模型时

图 3 混凝土梁及其分析梁

3)一般情况下,分析梁默认齐定位线,定位线两端为“拖曳结构框架构件端点”(图 3.1、图 3.2);

4)当分析梁两端的柱启用分析模型时,分析梁将自动与分析柱对齐并相连(图 3.3);

5)当梁偏离出柱截面外时,分析梁不再与分析柱相连,而是齐梁的定位线;

6)不管梁有偏心还是柱有偏心,分析梁默认是与分析柱相连,故分析梁可能为斜线,例如 1/B ~ 2/B 的分析梁;

7)梁参数“起点标高偏移”、“终点标高偏移”,

土木建筑工程信息技术
Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture

同时影响梁和分析梁的定位；

8）梁参数“Y 轴偏移值”能影响梁的水平偏移，“Z 轴偏移值”能影响梁的竖向偏移，但均不影响梁的定位线，即对分析梁的定位无影响。

为了正确建立三维模型并形成合适的分析模型，应注意以下问题：

1）在 Revit 中，当楼层有坡度时应分别设定梁起点和终点的标高偏移，当梁与本层标高有偏移时（例如楼板下的钢梁）多以 Z 轴偏移控制；

2）在 Revit 中绘制梁后，以“移动”或“对齐”命令修改梁的水平定位，一般可不采用“Y 轴偏移值”来控制梁的定位；

3）在 Revit 中，当柱有偏心时，默认的分析柱可能有偏移，此时会在平面上形成斜的分析梁，与我们平时的建模习惯不相符。故建议将所有分析柱的定位由“自动检测”修改为以所在的轴网定位（分析梁两端的定位会自动跟随分析柱定位到轴网上），此步骤可考虑编制插件完成（图 4）。将数据写入 STAAD. Pro 的数据文件 ＊. std 时，还应根据框架柱的实际截面写入偏心信息，以与平时的建模习惯相符。

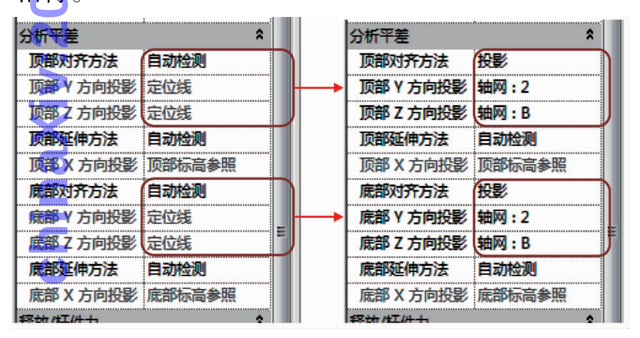


图 4　Revit 分析模型中分析柱的参数修改

5　支撑

支撑分为两种：水平支撑和垂直支撑。在 Revit 中，水平支撑应按梁（BM）创建，并将属性中结构用途设定为水平支撑。

垂直支撑不能以梁（BM）或柱（CL）的命令创建，必须以 Revit 中的支撑（BR）命令创建（图 5）。可以看出，通过支撑命令创建的垂直支撑，不管是单线图还是双线图，垂直支撑的定位都是真实的，无论梁高怎么变化，Revit 均可将垂直支撑按实际交汇于梁的 1/2 高度处。在分析模型中，由于分析梁均定位于梁顶，Revit 已自动将垂直支撑交汇于梁的顶面。所以在 Revit 中，只有用支撑（BR）命令创建垂直支撑，才能实现三维模型、图纸、分析模型的协调统一。

6　板

为便于设计，Revit 中各层的楼板应尽量为完整的一块楼板，仅当板厚、或标高、或材质有变时方可考虑分块创建。

在 Revit 中测试发现，当板边缘与分析梁的距离小或等于 300mm 时，分析板的边缘将自动调整到与分析梁对齐；当距离大于 300mm 时，分析板的边缘为楼板的实际边缘。故在 Revit 分析模型中，当分析板边缘未与分析梁重合、看起来是悬挑板时，板可能是悬挑板，也可能不是悬挑板（因与分析梁的距离较大而显示为悬挑板）。此时可计算分析板的边缘与 Revit 三维模型中梁定位线的距离，若距离不大于 1/2 梁宽度则不是悬挑板，反之为悬挑板、且此距离就是板的实际悬挑长度。

写入 ＊. std 文件时，楼板应按所在楼层的构件

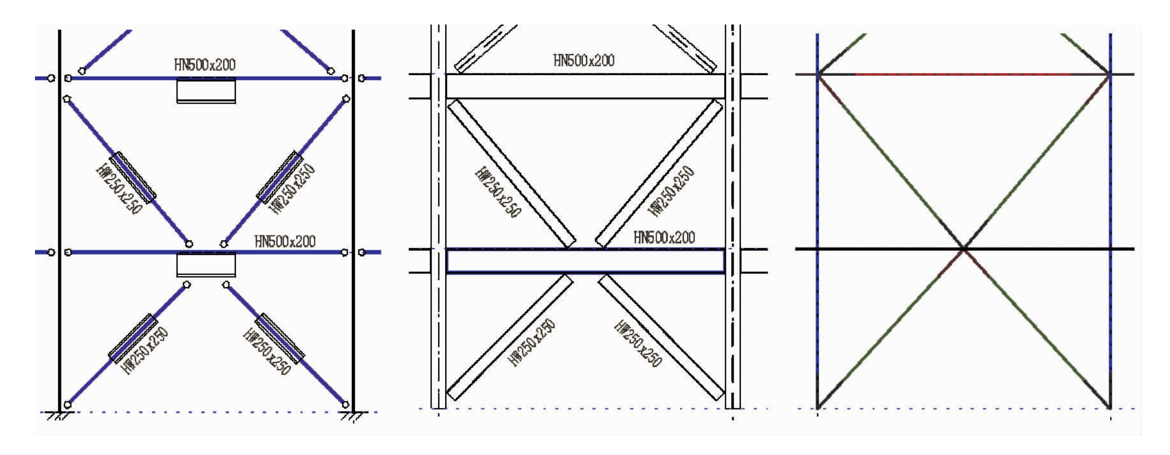


图 5　Revit 垂直支撑的单线图、双线图及其分析模型

网格分块。对于悬挑板的处理,有两种方式:①若要计算楼板,可按实际描述悬挑板,以 Plate Load 表示板面荷载,并予以剖分;②若不计算楼板(楼板仅用于传力),可过滤掉所有的悬挑板,但应将悬挑板的荷载传递至相应的分析梁上。

对于斜板,Revit 允许设定在斜板的实际位置形成斜向的分析板,也允许投影到某平面上形成分析板,结构设计时按实际情况设定即可。

7 荷载类型

在 Revit 分析模型中能输入荷载,荷载分两类:空间荷载与主体荷载(图 6)。空间荷载可以在任意位置存在,不与构件关联;主体荷载是基于具体的节点、杆件、面而存在。

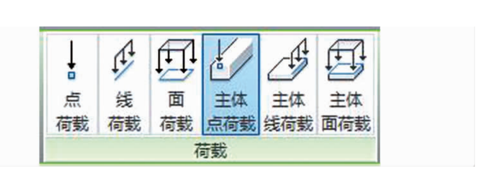


图 6 Revit 中已有的荷载类型

在 Revit 中接收工艺的三维平台(例如 PDMS)传来的荷载时,宜采用空间荷载。此时,结构专业可任意调整杆件的布置,而工艺荷载位置能保持不变,在写入 *.std 时将空间荷载按杠杆原理分配到两侧构件上即可。

在 Revit 中人工输入的荷载,应与在计算软件中输入荷载一样,采用主体荷载。经测试发现:节点上的主体荷载能满足需求;构件上的主体荷载仅有两种通长的线荷载(图 7),不能满足需求;面上的主体荷载仅有一个均布荷载,不能满足需求。

为满足框排架结构设计的需求,Revit 构件上的主体荷载应继续完善,建议增加点荷载、均布荷载、梯形荷载、三角形荷载等共 7 种类型(图 7)。

板面的荷载,应增加三角形、梯形荷载这两种类型。考虑到在 Revit 中按整块创建楼板较为方便(仅在楼板变厚度、变标高、变材料处才有必要分块),而在一块楼板上仅输入一种全面积的面荷载,不能满足各房间不同的恒载、活载的输入要求。当前,可以用空间面荷载予以模拟,或者根据板面荷载的不同而分块创建楼板。最终的解决应依靠 Revit 主体面荷载的继续完善。例如使板单元能以已经存在的杆件而自动划分为多个子单元,能分别设定面荷载;还可参照 STAAD 的 Floor load 添加荷载族,在框选杆件后指定面荷载(只要有杆件就可以指定面荷载,不管楼板是否存在)。

8 约束信息

在 Revit 中创建构件后,可以在 Revit 分析模型中设置构件两端的约束与释放(图 10)。对于钢构件,考虑到出单线图的需要(图 8),Revit 允许在三维模型中设置构件两端的连接(图 9)。

考虑到混凝土构件刚接节点占绝大多数,需要

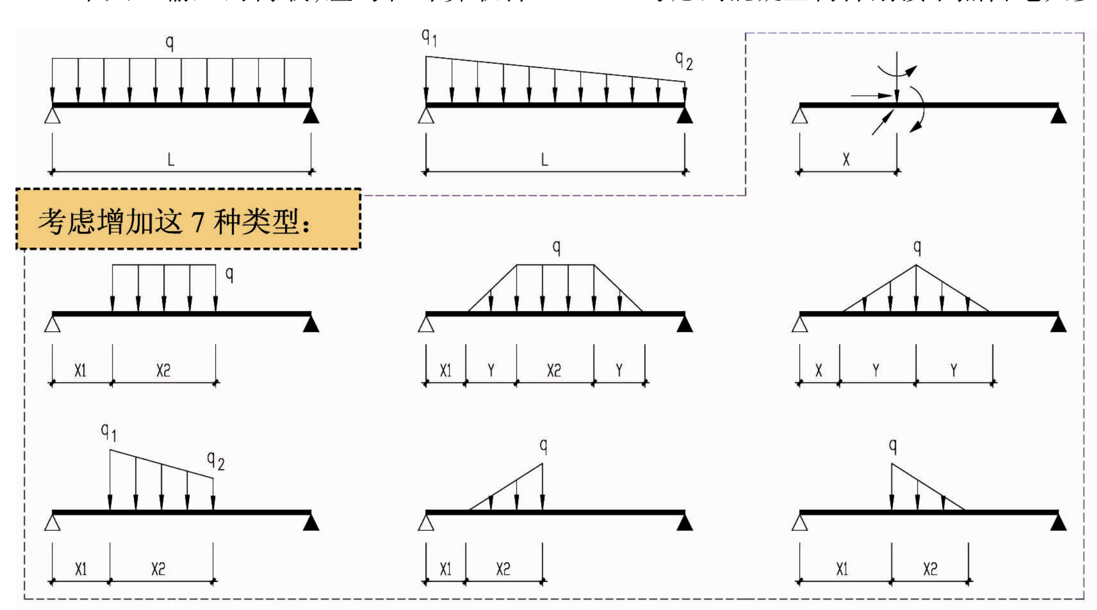


图 7 Revit 已有的两种主体线荷载及需要考虑增加的 7 种荷载

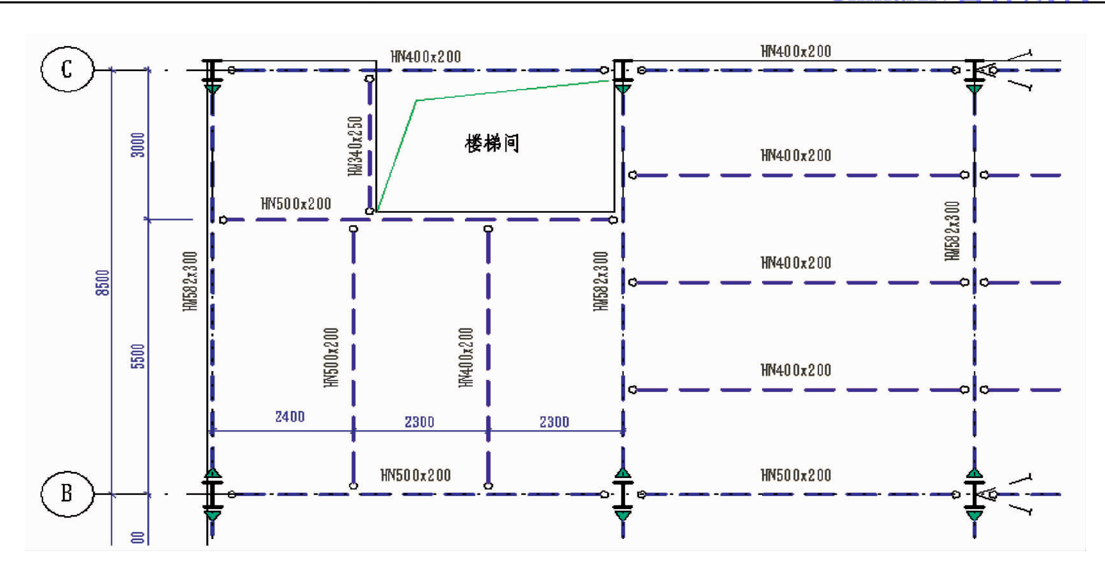


图 8　某 Revit 钢结构单线图

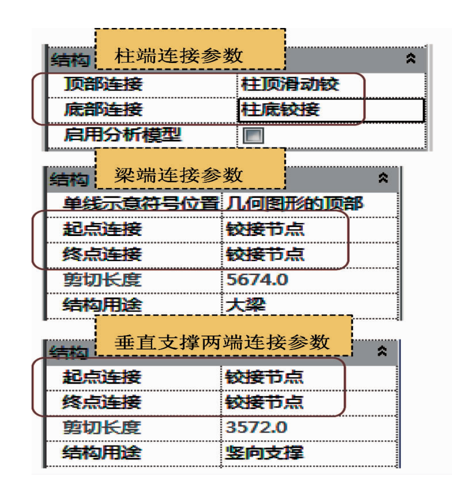


图 9　钢构件连接的属性参数

释放/杆件力	
起点约束释放	用户定义
起点 Fx	☐
起点 Fy	☐
起点 Fz	☐
起点 Mx	☐
起点 My	☑
起点 Mz	☑
终点约束释放	铰支
终点 Fx	☐
终点 Fy	☐
终点 Fz	☐
终点 Mx	☑
终点 My	☑
终点 Mz	☑
构件力	编辑...

图 10　构件端部的约束释放

释放的约束可以直接人工在 Revit 分析模型中设定。而钢构件，则建议在 Revit 三维模型中设定端部连接的属性参数，并另行编制插件将此约束信息刷新到 Revit 分析模型中的约束信息中。转换软件仅直接读取 Revit 分析模型中的约束释放信息并写入 * . std 中。

9　荷载工况与荷载组合

在 Revit 分析模型中输入荷载时，能够设定荷载工况，但是不能方便地根据荷载工况而添加、修改、显示荷载。为解决此问题，应参考计算软件的前处理的做法，在 Revit 中添加荷载输入的界面插件，以方便人工输入各类荷载。

对于风荷载，因厂房结构形体复杂，为准确起见，通常是人工计算或表格计算 w_k，然后根据杆件的不同间距算得不同的风荷载值，然后输入到杆件上。由于在 Revit 分析模型中，构件标高、间距能够确定，故可编制插件，高效率地直接在构件上输入风载。

对于地震荷载，目前暂时可在 SSDD 中生成，为提高设计效率，最终应集成到 Revit 中。

在 Revit 中，能够输入荷载组合，但不能实现荷载的自动组合。在 SSDD 中，虽能利用“中国规范荷载向导”自动生成荷载组合，但 SSDD 仅支持荷载之间的相容与互斥，且相容的规则过于简单，当荷载工况较多时，不能完全排除不必要的组合，故而荷载工况越多，冗余的组合越多。在工业结构的荷载输入时，恰恰可变荷载数量较多，有时为了输入荷载的方便还可能将一个荷载工况拆分为几个荷载工况。例如某厂房结构有 5 种活荷载 LL1 ~ LL5，实际计算时只有互斥的 LL1 + LL2 + LL3 和 LL1 + LL4

+LL5；在 SSDD 中，若不加以限定，这 5 个活荷载会有 31 种可能的组合，在 SSDD 中设置相容与互斥的规则后，仍会生成多达 17 种组合，再考虑到将各可变荷载轮次作为 S_{Q1k}，最终形成的无效组合相当多。所以，有必要针对工业结构荷载工况较多的特点，编制插件，实现既无冗余又无遗漏的自动荷载组合。

10 其余数据

需要写入 *.std 文件的其它数据，例如板单元属性、定义材料、杆件截面型号、杆件 Beta 角定义、支座指定等，都可以从 Revit 中取得，不再一一论述。

构件的材料（钢或混凝土及强度），为方便修改，建议在 Revit 中编制插件予以指定，数据转换软件直接读取并写出到 *.std。

11 结论与建议

Revit 中建模时，应考虑三维模型、图纸、分析模型的统一，探索并充分利用 Revit 的规则，例如分析柱的定位、杆件的偏移、约束释放、垂直支撑的创建方式。

Revit 分析模型写入 STAAD. Pro 的 *.std 文件是可行的。二者对计算模型的描述不一致之处，例如坐标轴、杆件网格的分段、悬挑板等，转换时应专门处理。

对于工业结构而言，有必要编制插件，实现自动荷载组合，提高设计计算的效率。

AutoDESK 应完善 Revit 的主体荷载族，并以适当的办法实现一个楼板上不同区域板荷载的便捷输入。

STAAD. PRO 应完善对 Z 轴向上的支持，包括各视图的显示、荷载的输入及计算。SSDD 应相应完善对 Z 轴向上的支持。

参考文献

[1] 严旭，范盛颖，周光炳. BIM 结构设计模型与计算软件贯通的研究[J]. 土木建筑工程信息技术，2017，9(2)：84-87.

[2] 乔保娟，邓正贤，张洪磊. PKPM 与 Revit 接口软件中若干问题探讨[J]. 土木建筑工程信息技术，2014，6(1)，113-117.

[3] 杨党辉，苏原，孙明. 基于 BIM 技术的结构设计中的数据转换问题分析[J]. 建筑科学，2015，31(3)，31-36. 56.

[4] 刘照球，张吉. 结构分析 BIM 模型框架和数据转换应用[J]. 工业建筑，2015，45(2)，178-183.

[5] 吴文勇，焦柯，童慧波，等. BIM 建筑结构设计过程的研究与实现[J]. 建筑结构，2013，43(S1)：825-828.

[6] 徐迪. 基于 Revit 的建筑结构辅助建模系统开发[J]. 土木建筑工程信息技术，2012，4(3)：71-77.

Problems and Processing Methods for Data Transmission from Revit to STAAD. Pro

Yan Xu[1], Fan Shengying[1], Zhou Jin[2]

(1. *CPECC Southwest Electric Power Design Institute Co.*, *Ltd.*, *Chengdu* 610021, *China*;
2. *EWSOFT Co.*, *Ltd.*, *Changsha* 410010, *China*)

Abstract: It is common at present in sutructrual designing area that the models built in the computing softwares are transmitted into the BIM softwares, which reduces the BIM structural designing efficiency compared with adopting AutoCAD. It is necessary for structural design and plug-in development to create a structural model in BIM software and then to transmit into computing software. This paper takes the transmission of a model of frame and bent structure from Revit to STAAD.Pro as an example, to study some noticeable issues in Revit modeling and writing Revit data into *.std file, based on which we propose corresponding processing method and the improvemnt suggestions for Revit, STAAD.Pro & SSDD.

Key Words: Revit; STAAD.Pro; SSDD; Revit Analysis Model; Data Transmission; Improvement Suggestions